Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure II (M7.2)
Prof. Dr. L. Kipp, SS 2010
Blatt 16 – zu bearbeiten bis zum 25.05.2010

1. Im Januar 2005 ist die Sonde Huygens der ESA von ihrem Mutterschiff, der Raumsonde Cassini losgelöst und auf dem Saturnmond Titan gelandet. Der ursprüngliche Flugplan sah vor, daß Huygens, durch die Titanathmosphäre abgebremst, bis zu $\Delta v = 5.5\,\mathrm{km/s}$ Relativegeschwindigkeit zur Muttersonde Cassini aufweist. Während des Flugs, beim Eintauchen in die Athmosphäre, und vom Boden sendete die Titansonde im S-Band (2 GHz) Daten zu Cassini. Die Datenrate betrug 8 kbit/s.

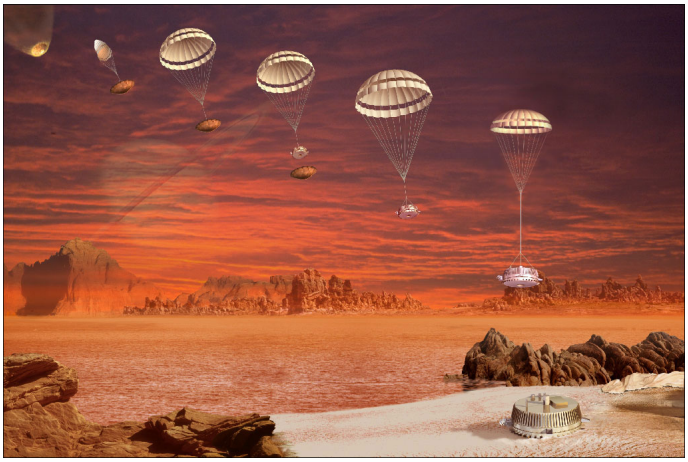
   a) Wie groß muß die Bandbreite des Empfängers sein, um die Daten trotz Doppler-Verschiebung empfangen zu können?

   b) Wie groß muß die Bandbreite der Schaltung sein, die den Bit-Takt aus den empfangenen Signalen extrahieren soll?

   Die Bandbreite des Empfängers auf Cassini war ausreichend. Aber die Erfassung des Bit-Taktes hätte versagt. Das wurde erst bei einem Test auf halbem Weg zum Saturn festgestellt. Daraufhin wurder der Flugplan so geändert, daß die Relativgeschwindigkeit Δv genügend klein blieb.

   Cassini/Huygens ist mit zwei redundanten Empfängern/Sendern, A und B ausgestattet gewesen. Aber um die Daten-Ausbeute zu erhöhen wurden während des Eintauchens in die Athmosphäre von beiden Sendern verschieden Bilder gesendet. Und nur Empfänger A war zur Analyse der Dopplerverschiebung ausgestattet, um die Abbremsung der Raumsonde zu messen, und damit Aufschluß über die Dichte der Athmosphäre zu gewinnen.

   c) Einer der Empfänger ist leider vergessen worden anzuschalten. Welcher?



2. Sie stehen $d_2 = 1\,\mathrm{m}$ entfernt vor einem Spiegel, die Augen auf Höhe $h_2 = 1.70\,\mathrm{m}$. Vor Ihnen, $d_1 = 0.3\,\mathrm{m}$ vom Spiegel entfernt, steht eine Kerze, die Flamme $h_1 = 1\,\mathrm{m}$ über dem Boden.

   a) Benutzen Sie das Fermat'sche Prinzip, um den Punkt auf dem Spiegel zu bestimmen, an dem der Lichtstrahl von der Kerze zum Auge reflektiert wird.

   b) Zeigen Sie, daß das Reflexionsgesetz gilt.